



(19)

(11) Publication number:

09238047 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **08347588**(51) Int'l. Cl.: **H03H 9/64 H03H 9/145 H03H 9/25**(22) Application date: **26.12.96**(30) Priority: **28.12.95 JP 07343585**(43) Date of application publication: **09.09.97**

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: **MURATA MFG CO LTD**(72) Inventor: **SHIMOE KAZUNOBU**

(74) Representative:

**(54) LONGITUDINAL
COUPLING TYPE SURFACE
ACOUSTIC WAVE
RESONATOR FILTER**

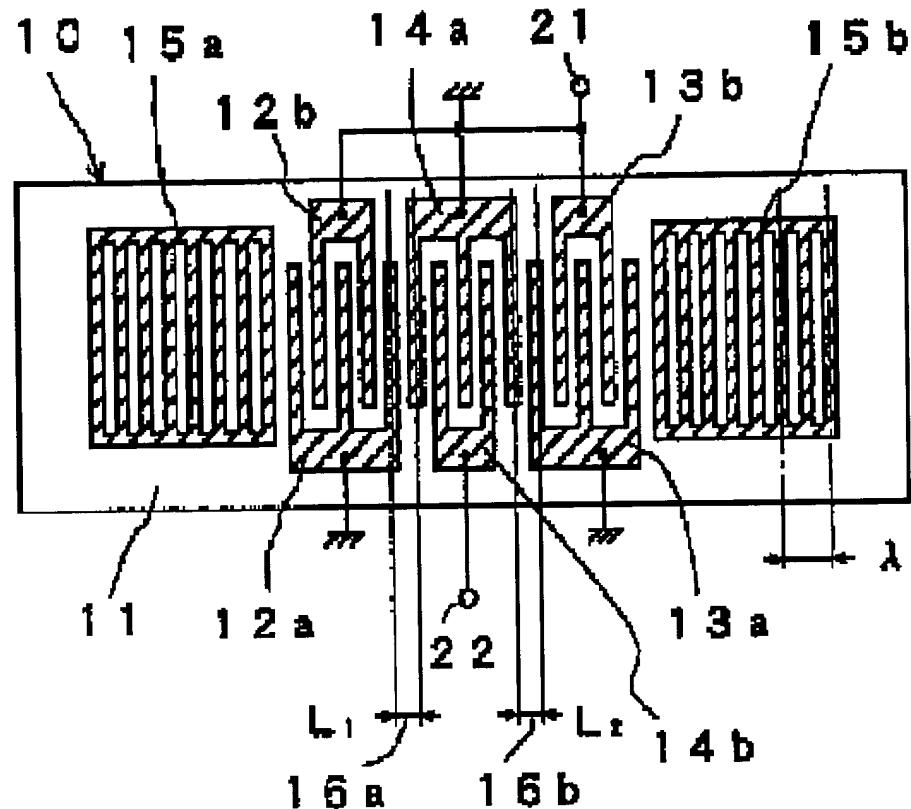
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a longitudinal coupling type SAW resonator filter having a high selectivity without increasing an insertion loss and having excellent mass-productivity by providing 1st to 3rd interdigital (ID) electrodes and specifying a center distance of electrode fingers of the 1st and 2nd ID electrodes and of the 1st and 3rd ID electrodes closest to each other respectively.

SOLUTION: First to third ID electrodes are composed of receiver interdigital electrodes 14a, 14b, 12a, 12b, 13a, 13b and the interdigital electrodes 12a-14b and reflectors 15a, 15b are formed on a piezoelectric substrate 11. Then a center distance L1 of 1st and 2nd electrode fingers and a center distance L2 of 3rd and

1st electrode fingers are made different from each other. Thus, a high selectivity characteristics is realized by using the two resonance modes depending on the center distance sets L_1, L_2 . Moreover, the center distance sets L_1, L_2 satisfy relations of equations I, II respectively and also satisfy the relation of equation III, where λ is a wavelength depending on the electrode finger pitch of the reflectors 15a, 15b and (m), (n), (k) are integers.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



$$0 + n\lambda < L_1 < 1/2\lambda + n\lambda \quad \text{I}$$

$$1/2\lambda + m\lambda < L_2 < (m+1)\lambda \quad \text{II}$$

$$L_1 \neq L_2 - 1/2\lambda + k\lambda \quad \text{III}$$

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-238047

(43) 公開日 平成9年(1997)9月9日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|----------|-------------|--------|
| H 03 H 9/64 | | 7259-5 J | H 03 H 9/64 | Z |
| 9/145 | | 7259-5 J | 9/145 | Z |
| 9/25 | | 7259-5 J | 9/25 | Z |

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L (全13頁)

(21) 出願番号 特願平8-347588
 (22) 出願日 平成8年(1996)12月26日
 (31) 優先権主張番号 特願平7-343585
 (32) 優先日 平7(1995)12月28日
 (33) 優先権主張国 日本 (JP)

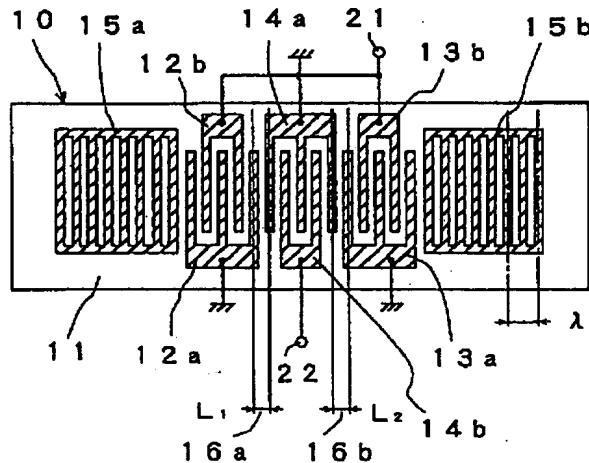
(71) 出願人 000006231
 株式会社村田製作所
 京都府長岡市天神二丁目26番10号
 (72) 発明者 下江 一伸
 京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式
 会社村田製作所内
 (74) 代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

(54) 【発明の名称】 縦結合型弹性表面波共振子フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 挿入損失の増大を招くことなく、高い選択度を得ることができ、かつ量産性に優れた縦結合型SAW共振子フィルタを得る。

【解決手段】 圧電基板11上に、くし型電極14a, 14bからなる第1のインダーデジタル電極と、くし型電極12a, 12bよりなる第2のインダーデジタル電極と、くし型電極13a, 13bからなる第3のインダーデジタル電極とを形成してなり、第1～第3のインダーデジタル電極が形成されている領域の表面波伝搬方向両側に反射器15a, 15bを形成してなり、最も近接し合っている第1のインダーデジタル電極の電極指と第2のインダーデジタル電極の電極指との中心間距離L₁と、最も近接し合っている第1のインダーデジタル電極の電極指と第3のインダーデジタル電極の電極指との中心間距離L₂とが異ならされている、縦結合型弹性表面波共振子フィルタ10。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板もしくは基板上に圧電薄膜を形成してなる圧電性基板と、

前記圧電基板上にもしくは前記圧電薄膜に接するようにな形成された第1～第3のインターデジタル電極とを備え、

前記第2、第3のインターデジタル電極は、前記第1のインターデジタル電極により励受信される表面波の伝搬方向において、前記第1のインターデジタル電極の両側に形成されており、

前記第1～第3のインターデジタル電極の設けられてゐる領域の表面波伝搬方向両側に形成された第1、第2の反射器をさらに備え、

$$0 + n\lambda < L_1 < 1/2\lambda + n\lambda \quad \dots \text{式(1)}$$

(n : 整数)

の関係を満たし、前記中心間距離 L_2 が、式(2)

$$1/2\lambda + m\lambda < L_2 < (m+1)\lambda \quad \dots \text{式(2)}$$

(m : 整数)

の関係を満たし、かつ前記中心間距離 L_1 と中心間距離 L_2 とが、下記の式(3)

$$L_1 \neq L_2 - 1/2\lambda + k\lambda \quad \dots \text{式(3)}$$

(k : 整数)

を満たすように設定されている、縦結合型弾性表面波共振子フィルタ。

【請求項2】 圧電基板もしくは基板上に圧電薄膜を形成してなる圧電性基板と、

前記圧電基板上に、もしくは前記圧電薄膜に接するようにな形成された第1～第X(Xは4以上の整数)のインターデジタル電極とを備え、

前記第2～第Xのインターデジタル電極は、前記第1のインターデジタル電極により励受信される表面波の伝搬方向に沿って形成されており、

前記第1～第Xのインターデジタル電極の設けられてゐる反射器をさらに備え、

$$0 + n\lambda < L_s < 1/2\lambda + n\lambda \quad \dots \text{式(6)}$$

(n : 整数)

$$1/2\lambda + m\lambda < L_A < (m+1)\lambda \quad \dots \text{式(7)}$$

(m : 整数)

の関係を満たすか、あるいは、

*前記第1～第3のインターデジタル電極のそれぞれは、1以上の電極指を有する一対のくし型電極からなり、最も近接し合っている第1のインターデジタル電極の電極指と第2のインターデジタル電極の電極指との中心間距離 L_1 と、最も近接し合っている第1のインターデジタル電極の電極指と第3のインターデジタル電極の電極指との中心間距離 L_2 とが異ならされており、前記第1、第2の反射器が、表面波伝搬方向と直交するように配置された複数本の電極指を有し、該反射器の電極指ピッチで決まる表面波の波長を λ としたときに、前記中心間距離 L_1 が、式(1)

【数1】

【数2】

$$1/2\lambda + m\lambda < L_2 < (m+1)\lambda \quad \dots \text{式(2)}$$

(m : 整数)

※る領域の表面波伝搬方向両側に形成された第1、第2の反射器をさらに備え、前記インターデジタル電極のそれぞれは、1以上の電極指を有する一対のくし型電極からなり、隣接するインターデジタル電極間の最も近接し合っている電極指間の中心間距離を、 L_1 、 L_2 … L_{x-1} としたとき、前記中心間距離が、

【数4】

$$L_s = L_{2i-1} \quad \dots \text{式(4)}$$

$$L_A = L_{2i} \quad \dots \text{式(5)}$$

の関係を満たし(但し、iは1以上、 $X/2$ 以下の整数、jは1以上、 $X/2$ 未満の整数)、

前記反射器の電極ピッチで決まる表面波の波長を λ としたときに、前記中心間距離 L_s 、 L_A が、

【数5】

$$0 + n\lambda < L_s < 1/2\lambda + n\lambda \quad \dots \text{式(6)}$$

(n : 整数)

【数6】

$$\frac{3}{1/2\lambda + n\lambda < L_s < (n+1)\lambda \dots \text{式(8)}}$$

(n : 整数)

$$0 + m\lambda < L_A < 1/2\lambda + m\lambda \dots \text{式(9)}$$

(m : 整数)

の関係を満たし、かつ前記中心間距離 L_s と中心間距離 L_A とが、下記の式(10)

【数7】
 $L_s \neq L_A - 1/2\lambda + k\lambda \dots \text{式(10)}$

(k : 整数)

を満たすように設定されている、多電極型の縦結合弾性表面波共振子フィルタ。

【請求項3】 1つの基板上に、請求項1または2に記載の縦結合型弾性表面波共振子フィルタが複数形成されおり、該複数の縦結合型弾性表面波共振子フィルタが縦続接続されている、弾性表面波共振子フィルタ装置。

【請求項4】 請求項1または2に記載の縦結合型弾性表面波共振子フィルタの前記圧電基板もしくは圧電性基板上に、さらに縦結合型弾性表面波共振子フィルタ、横結合型弾性表面波共振子フィルタ、及び弾性表面波共振子を用いたトラップのうち少なくとも1つの素子が構成されており、かつ前記請求項1または2に記載の縦結合型弾性表面波共振子フィルタに電気的に接続されている、弾性表面波共振子フィルタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、縦結合型弾性表面波共振子フィルタに関し、より詳細には、電極構造を改良することにより選択性が高められた縦結合型弾性表面波共振子フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、各種通信機器の帯域通過型フィルタとして、弾性表面波(以下、SAW)フィルタが使われている。帯域通過型フィルタでは、通過帯域幅の確保及び高選択性を有することが求められ、従って、例えば高周波段に用いられるSAWフィルタにおいても、目的とする通過帯域幅の確保及び高選択性が要求されている。

【0003】 特に、CT-1、CT-1⁺及びCT-2などの規格のコードレス電話におけるRF段用SAWフィルタでは、セットに使用する中間周波段(IF)フィルタにもよるが、中心周波数から±20MHz離れた点及び±40MHz離れた点における減衰量が十分な大きさとされることが重要であり、より選択性の高いフィルタが要求されている。また、IF用フィルタにおいても、隣接チャンネル間の選択性が重要である。

【0004】 他方、低損失化、帯域外減衰量の拡大及び小型化の観点からは、SAWフィルタの中でも、SAW

共振子を用いたフィルタが有効であることが知られている。例えば、36°YカットX伝搬LiTaO₃などの圧電単結晶基板上に、表面波伝搬方向に沿ってインター

10 デジタル(以下、ID)電極を等間隔に3個配置して、該ID電極が設けられている領域の表面波伝搬方向両側に反射器電極を設けてなる縦結合型SAW共振子フィルタを多段接続したフィルタが提案されている。このような構成のフィルタでは、損失の低減及び小型化を図ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した従来の縦結合型SAW共振子フィルタでは、通過帯域よりも高域側の阻止域における減衰量が十分な大きさに

20 ならないという問題があった。

【0006】 すなわち、図7に上記従来の縦結合型SAW共振子フィルタを2段接続したフィルタの挿入損失-周波数特性の一例を示す。なお、図7において、実線Bは、実線Aで示した特性の要部を、挿入損失のスケールを拡大して、すなわち縦軸の右側のスケールによって表した特性を示す。

【0007】 図7は、通過帯域が864~868MHzとして設定された上記従来の縦結合型SAW共振子フィルタを多段接続した構造の特性であるが、通過帯域より

30 も高域側において、ID電極の応答による持ち上がり(これを、図7に矢印Cで示す)が存在し、従って886~906MHz付近における減衰量が十分な大きさとなっていないことがわかる。

【0008】 上記ID電極の応答は、ID電極内における内部反射によって生じるので、上記ID電極の応答レベルは、ID電極の電極指の膜厚や線幅に依存する。従って、上記所望でないID電極による応答レベルを低減する方法としては、製造工程において、電極指の膜厚を厚くしたり、線幅を細くしたりすることにより、上記周

40 波数領域における減衰量を確保する方法を採用せざる得なかった。

【0009】 しかしながら、電極指の膜厚を厚くすると、表面波がID電極内を伝搬する際の減衰量が増大し、挿入損失が増大する。また、電極指の線幅を細くした場合には、電極指における電気抵抗が増大し、やはり挿入損失が増大することになる。

【0010】 従来、SAWフィルタにおける選択性を高める設計方法としては、新位相重み付け法(信学技報US81-22)や、ID電極の一部をスプリット構造とし、ID電極における内部反射を抑制する方法が知られ

ている。

【0011】しかしながら、前者の方法では、重み付けが施されたID電極を設計する作業が煩雑となり、間引くべき電極指の本数が多くなる。その結果、インピーダンスが増大したり、あるいはID電極の長さが長くなったりするという問題がある。

【0012】また、後者の方法では、スプリット電極の電極指の幅が通常の電極指すなわちソリッド電極の場合に比べて半分となるため、800MHz帯以上のフィルタに用いた場合には、ドライエッチングなどの高度なプロセス技術が必要となる。加えて、ソリッド電極とスプリット電極とが混在することにより、各ID電極における電極指の幅を管理することが難しくなり、歩留りが低下する大きな原因となる。

【0013】よって、本発明の目的は、挿入損失の増大を招くことなく、高い選択度を得ることができ、かつ量産性に優れた縦結合型SAW共振子フィルタを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の広い局面によれば、上記課題を達成するために、圧電基板もしくは基板上に圧電薄膜を形成してなる圧電性基板と、前記圧電基板上にもしくは前記圧電薄膜に接するように形成された第1～第3のID電極とを備え、前記第2、第3のID電極が、前記第1のID電極により励受信される表面波*

$$0 + n\lambda < L_1 < 1/2\lambda + n\lambda \quad \dots \text{式(1)}$$

(n : 整数)

【0018】の関係を満たし、中心間距離 L_2 が式

(2)

$$1/2\lambda + m\lambda < L_2 < (m+1)\lambda \quad \dots \text{式(2)}$$

(m : 整数)

【0020】の関係を満たし、かつ中心間距離 L_1 と中心間距離 L_2 とが、下記の式(3)

【0021】

【数10】

$$L_1 \neq L_2 - 1/2\lambda + k\lambda \quad \dots \text{式(3)}$$

(k : 整数)

【0022】を満たすように設定され、それによって後述の実施形態の説明から明らかなように、目的とする帯域幅を確実に確保することができ、かつ選択度に優れた縦結合型SAW共振子フィルタを提供することができ

る。

【0023】本発明において、上記圧電基板としては、 LiTaO_3 、 LiNbO_3 、水晶などの圧電単結晶あるいはチタン酸ジルコン酸鉛系圧電セラミックスを用いることができる。また、基板上に圧電薄膜を形成してなる圧電性基板としては、アルミナなどの絶縁性セラミック

*の伝搬方向において、前記第1のID電極の両側に形成されており、前記第1～第3のID電極の設けられている領域の表面波伝搬方向両側に形成された第1、第2の反射器をさらに備え、前記第1～第3のID電極のそれぞれは、1以上の電極指を有する一対のくし型電極からなり、最も近接し合っている第1のID電極の電極指と第2のID電極の電極指との中心間距離 L_1 と、最も近接し合っている第1のID電極の電極指と第3のID電極の電極指との中心間距離 L_2 とが異ならされている、縦結合型SAW共振子フィルタが提供される。

【0015】本発明のSAW共振子フィルタでは、上記第1～第3のID電極が圧電基板もしくは圧電性基板に構成されており、かつ第1～第3のID電極の設けられている領域の両側に第1、第2の反射器が設けられた縦結合型SAW共振子フィルタにおいて、上記中心間距離 L_1 と中心間距離 L_2 とが異ならされているので、各中心間距離 L_1 、 L_2 で決まる2つの共振モードを利用することにより、高選択特性が実現される。この理由については、後述の実施形態の説明において明らかにする。

【0016】本発明では、第1、第2の反射器は、表面波伝搬方向と直交するように配置された複数本の電極指を有し、該反射器の電極指ピッチで決まる波長を λ としたときに、中心間距離 L_1 が式(1)

【0017】

【数8】

$$0 + n\lambda < L_1 < 1/2\lambda + n\lambda \quad \dots \text{式(1)}$$

(n : 整数)

【0019】

【数9】

$$1/2\lambda + m\lambda < L_2 < (m+1)\lambda \quad \dots \text{式(2)}$$

(m : 整数)

クスやその他の絶縁性材料よりなる絶縁性基板や前述した圧電基板などの上面に、ZnO、AlNなどの圧電薄膜を形成したものを用いることができる。

【0024】第1～第3のID電極は、上記圧電基板上に形成されてもよく、あるいは上記圧電薄膜に接するよう形成されてもよい。なお、圧電薄膜に接するよう40形成される態様としては、圧電薄膜上に第1～第3のID電極を形成した態様、及び基板と圧電薄膜との間に第1～第3のID電極を形成した態様の双方を含むものとする。

【0025】第1～第3のID電極は、適宜の導電性材料により構成することができ、例えば、AlまたはAl合金などを例示することができる。第1～第3のID電極は、それぞれ、1以上の電極指を有しつつ互いの電極指が間挿し合っている1対のくし型電極からなる。

【0026】第1、第2の反射器は、上記のようにSA50Wを第1、第2の反射器間の領域に閉じるために設

けられており、通常、表面波伝搬方向と直交するように配置された複数本の電極指を有する。第1、第2の反射器についても、適宜の導電性材料で形成することができるが、好ましくは、第1～第3のID電極と同一の材料により構成され、例えばAlまたはAl合金により構成することができる。

【0027】本発明の縦結合型SAW共振子フィルタの特徴は、上記第1～第3のID電極と第1、第2の反射器とを有する3電極型のSAW共振子フィルタにおいて、上記中心間距離 L_1 と中心間距離 L_2 とが異なるされていることにあり、それによって後述の実施形態の説明から明らかなように、上記2つの中心間距離で決まる2つの共振モードを利用することにより選択度が高められる。

【0028】また、本発明の他の局面では、圧電基板もしくは基板上に圧電薄膜を形成してなる圧電性基板と、前記圧電基板上に、もしくは前記圧電薄膜に接するよう形成された第1～第X(Xは4以上の整数)のインターデジタル電極とを備え、前記第2～第Xのインターデジタル電極は、前記第1のインターデジタル電極により*20

$$0 + n\lambda < L_s < 1/2\lambda + n\lambda \quad \dots \text{式(4)}$$

(n:整数)

*1 励受信される表面波の伝搬方向に沿って形成されており、前記第1～第Xのインターデジタル電極の設けられている領域の表面波伝搬方向両側に形成された第1、第2の反射器をさらに備え、前記インターデジタル電極のそれぞれは、1以上の電極指を有する一对のくし型電極からなり、隣接するインターデジタル電極間の最も近接し合っている電極指間の中心間距離を、 L_1 、 L_2 … L_{X-1} としたとき、前記中心間距離が、

【0029】

10 【数11】

$$L_s = L_{2i-1} \quad \dots \text{式(4)}$$

$$L_A = L_{2i} \quad \dots \text{式(5)}$$

【0030】の関係を満たし(但し、iは1以上、X/2以下の整数、jは1以上、X/2未満の整数)、前記反射器の電極ピッチで決まる表面波の波長を λ としたとき、前記中心間距離 L_s 、 L_A が、

【0031】

【数12】

$$1/2\lambda + m\lambda < L_A < (m+1)\lambda \quad \dots \text{式(6)}$$

(m:整数)

$$1/2\lambda + m\lambda < L_A < (m+1)\lambda \quad \dots \text{式(7)}$$

(m:整数)

【0032】の関係を満たすか、あるいは、

【0033】

※【数13】

$$1/2\lambda + n\lambda < L_s < (n+1)\lambda \quad \dots \text{式(8)}$$

(n:整数)

$$0 + m\lambda < L_A < 1/2\lambda + m\lambda \quad \dots \text{式(9)}$$

(m:整数)

【0034】の関係を満たし、かつ前記中心間距離 L_s と中心間距離 L_A とが、下記の式(10)

【0035】

【数14】

$$L_s \neq L_A - 1/2\lambda + k\lambda \quad \dots \text{式(10)}$$

(k:整数)

構成される。すなわち、1つの基板上において、本発明の縦結合型SAW共振子フィルタを複数形成してもよく、また、この複数のSAW共振子フィルタを縦続接続することにより、より選択度の優れたフィルタを提供することが可能となる。

【0038】また、本発明の別の特定的な局面によれば、本発明に係る縦結合型SAW共振子フィルタの圧電基板もしくは圧電性基板上に、さらに別の縦結合型SAW共振子フィルタ、横結合型SAW共振子フィルタ及びSAW共振子を用いたトラップのうち少なくとも1つの素子が構成され、かつ本発明の縦結合型SAW共振子フィルタに電気的に接続されたSAW共振子フィルタ装置が提供される。

【0039】このように、本発明に係るSAW共振子フィルタ装置は、他のSAW共振子フィルタやトラップと

【0036】を満たすように設定され、それによって目的とする帯域幅を確実に確保することができ、かつ選択度に優れた縦結合型SAW共振子フィルタを提供することができる。

【0037】また、本発明の特定的な局面では、1つの基板上に、本発明の縦結合型SAW共振子フィルタが複数形成され、該複数の縦結合型SAW共振子フィルタが縦続接続されて、縦結合型SAW共振子フィルタ装置が

電気的に接続されてもよく、その場合、上記のように好ましくは、SAW共振子フィルタを構成するための圧電基板もしくは圧電性基板に他の素子をも構成することにより、小型でありかつ一体型のSAW共振子フィルタ装置を提供することができる。

【0040】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明することにより、本発明を明らかにする。図1は、本発明の一実施形態に係るSAW共振子フィルタを説明するための平面図である。

【0041】SAW共振子フィルタ10は、平面形状が矩形の圧電基板11を用いて構成されている。本実施形態では、圧電基板11は、36°YカットX伝搬LiTaO₃からなる。

【0042】圧電基板11の中央領域には、第1のID電極を構成する一対のくし型電極として、くし型電極14a, 14bが形成されている。くし型電極14aは、アース電位に接続され、くし型電極14bは入出力端子22に接続される。くし型電極14a, 14bは、それぞれ、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する。

【0043】上記くし型電極14a, 14bで構成される第1のID電極の表面波伝搬方向両側に、第2, 第3のID電極が構成されている。すなわち、くし型電極12a, 12bからなる第2のID電極と、くし型電極13a, 13bよりなる第3のID電極が構成されている。

【0044】くし型電極12a, 12b及びくし型電極13a, 13bは、くし型電極14a, 14bと同様に、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する。もっとも、第2, 第3のID電極では、電極指の数が少ない方のくし型電極12b, 13bが第1のID電極の電極指の数の多い方のくし型電極14aと同じ側に配置されている。

【0045】くし型電極12b, 13bは共通接続されて入出力端子21に接続され、他方、くし型電極12a, 13aはアース電位に接続される。上記第1～第3のID電極が形成されている領域の表面波伝搬方向両側に、反射器15a, 15bが形成されている。反射器15a, 15bは、それぞれ、等ピッチで配置されており、かつ表面波伝搬方向に直交する方向に延びる複数本の電極指を有する。

【0046】上記くし型電極12a～14b及び反射器15a, 15bは、圧電基板11上に、AlまたはAl合金を全面に成膜した後、フォトリソグラフィ及びエッチングの工程を経て構成されている。

【0047】本実施形態の特徴は、上記第1のID電極と第2のID電極の互いに最も近接し合う電極指の中心間距離L₁の値が、上述した式(1)の範囲とされており、第1のID電極と第3のID電極との互い最も近接し合う電極指の中心間距離L₂が上述した式(2)を満

たすように設定されており、かつ中心間距離L₁とL₂とが、上述した式(3)を満たすように設定されていることにある。なお、λは上記反射器15a, 15bにおける電極指ピッチで決定される波長を示す(図1を参照されたい)。

【0048】本実施形態のSAW共振子フィルタでは、中心間距離L₁, L₂が上記条件を満たすように設定されているため、従来のSAW共振子フィルタに比べて選択性を高めることができる。以下、本実施形態のSAW共振子フィルタの動作原理及び設計条件を説明する。

【0049】先ず、一般的に利用されている縦結合型SAW共振子フィルタの動作原理を説明する。図1は、本発明の一実施形態に係るSAW共振子フィルタを示す図であるが、従来の3電極型の縦結合型SAW共振子フィルタも、上記中心間距離L₁, L₂の関係を除いては、ほぼ同一の構造を有するため、図1を利用して従来の縦結合型SAW共振子フィルタの動作原理を説明する。従来の3電極構成の縦結合型SAW共振子フィルタにおいては、第1のID電極(くし型電極14a, 14b)と第2のID電極(くし型電極12a, 12b)との互いに最も近接し合う電極指の中心間距離L₁と、第1のID電極(くし型電極14a, 14b)と第3のID電極(くし型電極13a, 13b)との互いに最も近接し合う電極指の中心間距離L₂は、等しくされている。すなわち、L₁ = L₂ = Lである。

【0050】図2に、上記のように中心間距離L₁, L₂が等しくされている従来の3電極型の縦結合型SAW共振子フィルタにおいて、反射器電極の電極指の本数を0本とした場合の周波数特性を示す。図2において、矢印Dは第1のID電極と第2のID電極との間の多重反射または第1のID電極と第3のID電極との間の多重反射による共振モードと考えられ、矢印EはID電極自身の内部共振モードと考えられている。

【0051】従来の縦結合型共振子フィルタでは、上記矢印D, Eで示す2つの共振モードにより、あるいはこれらの共振モードと反射器15a, 15bを付加した場合に矢印Eで示す共振モードより低周波数側に生じる反射器15a, 15b間の多重反射による共振モードとともに、縦結合型2重モードフィルタや縦結合型3重モードフィルタを実現している。

【0052】上記原理を用いた従来の縦結合型共振子フィルタを2段縦続接続したフィルタの代表的な特性が前述した図7に示されている。前述したように、この構造のフィルタは、低損失ではあるが、通過帯域よりも高周波側の選択性が高くない。すなわち、中心周波数から+20～30MHz程度高い周波数領域における減衰量は、多くとも25dB程度である。

【0053】ところで、上述した共振モードDと共振モードEの共振周波数は前記中心間距離L(=L₁=L₂)の値で決まる。そこで、図3に、前記中心間距離L

をパラメータとして、共振モードDと共に共振モードEの共振周波数の相対的な位置関係を示す。図3の特性は、第1のID電極を構成している電極指の本数、すなわちくし型電極14a, 14bの電極指の本数の和を57本、第2のID電極(くし型電極12a, 12b)の電極指の本数を31本、第3のID電極(くし型電極13a, 13b)の電極指の数を31本、反射器15a, 15bの電極指の本数を、それぞれ、0本とし、圧電基板11として36°YカットX伝搬LiTaO₃基板を用い、中心周波数が866MHzのSAWフィルタの場合の結果を示す。

【0054】共振モードEの共振周波数は中心間距離Lの値に依存しないのに対し、共振モードDの共振周波数は、Lの値が多くなるにつれて低くなることがわかる。また、中心間距離Lが0.45λ付近になると、共振モードDは共振モードEにモード変換し始める。さらに、中心間距離Lの値が大きくなると、完全にモード変換し、高域側から新たな共振モードDが現れることがわかる。

【0055】これに対して、本発明の上記実施形態では、中心間距離L₁とL₂を異ならすことにより、2つの共振モードDが励振される。これを、図4を参照して説明する。

【0056】図4は、第1のID電極の電極指の本数すなわちくし型電極14a, 14bの電極指の本数の和を57本、第2のID電極の電極指の本数すなわちくし型電極12a, 12bの電極指の本数の和を31本、同様に第3のID電極の電極指の数を31本とし、反射器15a, 15bの電極指の数をそれぞれ150本とした場合の結果である。

【0057】図4のF及びGは、それぞれ、比較のために示した特性であり、Fの場合にはL₁ = L₂ = 0.25λとされており、Gの特性の場合にはL₁ = L₂ = 0.62λとされている。これに対して、図4のHの特性では、L₁ = 0.25λ、L₂ = 0.62λと異ならされている。

【0058】図4のF及びGの何れの特性においても共振モードは2つ生じており、周波数の高い側のピークが前記共振モードDに相当する。また、周波数の低い側のピークは前記共振モードEに相当する。また、図4のF, Gの特性では、反射器のトップバンドの端部に、ちょうど共振モードEが重なっているため、ピークが乱れている。

【0059】これに対して、図4のHでは、共振モードEはほとんど見られなくなり、2つの共振モードDのみが現れる。周波数の高い側の共振モードDは、中心間距*

$$L_1 = L_2 - 1/2\lambda + k\lambda$$

*離L₂で決定される第1のID電極(くし型電極14a, 14b)と、第3のID電極(くし型電極13a, 13b)との間の多重反射による共振モードであり、他方、周波数の低い側の共振モードDは、中心間距離L₁で決まる第1のID電極(くし型電極14a, 14b)と第2のID電極(くし型電極12a, 12b)との間の多重反射による共振モードである。

【0060】また、第1～第3のID電極における電極指交叉幅を調整したり、外部整合回路を付加することにより、図4のIの特性で示すように、良好な特性の2重モードフィルタを提供することができる。

【0061】ところで、上記図4のH及びIに示した特性のSAW共振子フィルタの帯域幅は、上記中心間距離L₁の値と中心間距離L₂の値の差で決定され、これを調整することにより帯域幅は自由に調整することができる。これを、図3を参照して説明する。

【0062】いま、例えば、中心間距離L₁ = 0.25λとし、くし型電極12a, 12bと、くし型電極14a, 14bとの間の共振モードDが生じる共振周波数

20 (図3の矢印Jで示すように相対値で0MHzとなる。)を基準とすると、L₂ = 0.62λの場合には、くし型電極13a, 13bと、くし型電極14a, 14bとの間の共振モードDは、図3の矢印Kで示すように、相対的に10MHz高いところに生じる。これら2つの共振モードDを用いることにより、8～900MHz帯で、帯域幅が10MHz程度の帯域フィルタを得ることができる。

【0063】上記帯域幅を拡げるには、中心間距離L₁の値を上記の値より大きくするか、あるいは中心間距離L₂の値を上記の値より小さくすればよい。逆に、帯域幅を狭めるには、中心間距離L₁を小さくするか、中心間距離L₂を大きくすればよい。図3に示した特性の条件では、理論的には最大40MHzまでの帯域幅を有するフィルタを実現することができる。

【0064】図3では、中心間距離L₁ = 0.12λ及び中心間距離L₂ = 0.25λの場合にも、同様のフィルタを構成し得ると考えられるが、位相の関係上、中心間距離0.12λの共振モードDと中心間距離0.25λの共振モードDとは結合せず、中心間距離0.25λの共振モードDと共振モードEとが結合した2重モードフィルタとなる。

【0065】従って、中心間距離L₁と中心間距離L₂との関係は、波長λとしたとき、上述した式(1)及び式(2)を満たす必要がある。さらに、

【0066】

【数15】

…式(11)

(k: 整数)

【0067】式(11)の条件では、2つの共振モード50 Dの周波数差が0となり、さらに位相が180°ずれる

ことになるため、2重モードフィルタとはならない。従って、式(1)～式(3)を満たすように中心間距離 L_1 、 L_2 が定められることが必要である。

【0068】なお、中心間距離 L_1 、 L_2 の関係は、位相を決定しているものであるため、くし型電極の表面波伝搬方向外側端の電極指を除去したり、あるいは単に電極指を付加したりした場合には、それを考慮して中心間距離 L_1 、 L_2 の関係を求めねばならない。

【0069】すなわち、図1に示した構造に代えて、図8(a)に示すように、くし型電極12bの電極指の数を1本増加させたり、図8(b)に示すように、くし型電極14bの電極指を1本増加させると、中心間距離は、見かけ上、 $L_1' (=L_1 - 1/2\lambda)$ に変わることが、表面波の位相関係は変わらないため、得られるフィルタ特性は同じとなる。

【0070】同様に、図9(a)及び(b)は、それぞれ、くし型電極12aあるいはくし型電極14aの電極指を図1に示した構造から1本減らした場合の構成を示し、これらにおいても、中心間距離 $L_1' = (L_1 + 1/2\lambda)$ となるが、得られるフィルタ特性は同じである。

【0071】上記図8及び図9を参照して行った説明は中心間距離 L_1 が見かけ上変わる場合の説明であるが、中心間距離 L_2 についても同様である。すなわち、中心間距離 L_1 、 L_2 は、最も近接し合っている両側の電極指がアース電位に接続されている場合、あるいは、一方が入力端、他方が出力端に接続されている場合の中心間距離である。

【0072】なお、上記中心間距離の関係が上述した式(1)～(3)に示した条件を満たす上で、くし型電極12aとくし型電極14aの最も近接する電極指間、くし型電極13aとくし型電極14aの隣接する電極指間、あるいはその両方をくし型電極を構成する導電性材料で接続してもよい。このようにくし型電極12aとくし型電極14aとの隣接する電極指間をつなげた構造例を図10に示す。

【0073】図10に示す構造では、くし型電極12aとくし型電極14aの最も近接し合う電極指がくし型電極と同じ導電性材料からなる電極材17により埋められている。

【0074】上記図8(a)、(b)、図9(a)、(b)及び図10から明らかなように、本発明における中心間距離 L_1 、 L_2 を考える場合には、第1のID電極における位相と、第2、第3のID電極における表面波の位相との関係が変わらないように決定する必要がある。

【0075】本発明のSAW共振子フィルタを具体的な実験例に基づき説明する。中心周波数が866MHzであるCT-2方式用コードレス電話のRFフィルタに適用した場合の特性の一例を図5に示す。

【0076】図5に示した特性は、図11(a)に示した2段縦続接続型のSAW共振子フィルタ装置の特性である。図11(a)から明らかのように、ここでは、SAW共振子フィルタ32、33が矩形の圧電基板34上に構成されている。SAW共振子フィルタ32は、図1に示したSAW共振子フィルタ10と同様の電極構造を有する。従って、対応するID電極及び反射器については、同一の参照番号を付することにより、その詳細な説明は省略する。

【0077】また、SAW共振子フィルタ33についても、SAW共振子フィルタ32と同様の電極構造を有するため、SAW共振子フィルタ32の各電極の参照番号に、プラス30の参照番号を付することにより、その説明は省略する。

【0078】図11(a)から明らかのように、SAW共振子フィルタ32のくし型電極14bが、SAW共振子フィルタ33のくし型電極44bに接続されて、SAW共振子フィルタ32、33が縦続接続されている。

【0079】SAW共振子フィルタ32、33の具体的な構成は、以下の通りとした。すなわち、くし型電極及び反射器を構成するA1よりなる電極材の膜厚を、表面波の波長を λ としたときに、 λ の3.6%、第1～第3のID電極の電極指の本数を、それぞれ、第1のID電極=65本、第2、第3のID電極=37本とし、反射器15a、15b、45a、45bの電極指の本数を150本、中心間距離 $L_1 = 0.30\lambda$ 、中心間距離 $L_2 = 0.64\lambda$ とし、圧電基板34としては36°YカットX伝搬LiTaO₃を用いた。

【0080】図5から明らかのように、上記2段縦続接続型のSAW共振子フィルタ装置31では、-4dB帯域幅は約13MHz、すなわち、比帯域幅で1.5%が得られ、通過帯域近傍の周波数領域における選択特性が優れていることがわかる。また、減衰量の確保が強く求められている866MHz+20MHzの位置では、30dBと非常に大きな減衰量の得られていることがわかる。

【0081】なお、図5にMで示す曲線の特性は、Lで示す特性の要部を縦軸の挿入損失を拡大して、すなわち縦軸の右側のスケールで挿入損失を表した場合の特性を示す。

【0082】また、上記SAW共振子フィルタ装置31において、周知技術である間引き重み付け法を組み合わせたことにより改善された特性を、図6に示す。図6の特性Oは、特性Nの要部を、縦軸の挿入損失を拡大して示す特性である。図6から明らかのように、間引き重み付けを組み合わせることにより、より一層通過帯域近傍の阻止域における減衰特性を改善することができ、866MHz+20MHzの周波数位置において、45dB以上の減衰量の得られていることがわかる。

【0083】従って、図5及び図6に示した特性から明

らかなように、本発明を利用することにより、電極指をソリッド電極のままで、通過帯域よりも高域側の阻止域における減衰量を結果的に改善することができ、従って周波数が高い場合に高度なプロセス技術を必要とするスプリット電極構造を作製しなくてよいため、生産性を低めることなく高周波化に対応し得ることがわかる。

【0084】なお、図11(a)では、SAW共振子フィルタ32とSAW共振子フィルタ33とが、上記のように接続されていたが、図11(b)に示すように、SAW共振子フィルタ32のくし型電極12b, 13bを、SAW共振子フィルタ33のくし型電極43b, 42bと接続してもよい。

【0085】図12は、本発明の第4の実施形態にかかる縦結合型SAW共振子フィルタを示す略図的平面図である。上述した第1～第3の実施形態では、3個のID電極を有する縦結合型SAW共振子フィルタに応用した例を説明したが、図12に示すように、4つ以上のID電極を有する多電極型のSAW共振子フィルタにも本発明を適用することができる。

【0086】すなわち、図12に示すSAW共振子フィルタ51では、圧電基板52上に、複数のID電極53～58が表面波伝搬方向に沿って配置されている。また、ID電極53～58が形成されている領域の表面波伝搬方向両側に反射器59, 60が配置されている。圧電基板52、ID電極53～58及び反射器59, 60を構成する材料については、第1～第3の実施形態のS*

$$0 + n\lambda < L_s < 1/2\lambda + n\lambda \quad \dots \text{式(4)}$$

(n:整数)

*AW共振子フィルタと同様のものを用いることができる。

【0087】このように4個以上のID電極53～58が形成されている縦結合型SAW共振子フィルタ51においては、下記の式(4)～(10)を満たすようにID電極及び反射器を構成することにより、第1～第3の実施形態にかかる縦結合型SAW共振子フィルタの場合と同様の効果を得ることができる。

【0088】すなわち、ID電極53～58は、隣接し合っているID電極における最も近接し合っている電極指間の中心間隔が、

【0089】

【数16】

$$L_s = L_{2i-1} \quad \dots \text{式(4)}$$

$$L_A = L_{2j} \quad \dots \text{式(5)}$$

【0090】の関係を満たすように構成されている。なお、iは1以上、X/2以下の整数、jは1以上、X/2未満の整数である。従って、 $L_s = L_1 = L_3 = L_5 \dots$ 、 $L_A = L_2 = L_4 = L_6 \dots$ となる。また、反射器59, 60の電極指ピッチで定まる表面波の波長λとしたときに、上記中心間距離 L_s 及び L_A が、

【0091】

【数17】

$$1/2\lambda + m\lambda < L_A < (m+1)\lambda \quad \dots \text{式(7)}$$

(m:整数)

【0092】上記式(6)及び(7)を満たすように、
あるいは

$$1/2\lambda + n\lambda < L_s < (n+1)\lambda \quad \dots \text{式(8)}$$

(n:整数)

$$0 + m\lambda < L_A < 1/2\lambda + m\lambda \quad \dots \text{式(9)}$$

(m:整数)

【0094】上記式(8)及び(9)を満たすように定められている。さらに、上記中心間距離 L_s と中心間距離 L_A とは、下記の式(10)

【0095】

【数19】

$$L_s \neq L_A - 1/2\lambda + k\lambda \quad \dots \text{式(10)}$$

(k:整数)

【0096】を満たすように設定されている。

【0097】

【発明の効果】本発明によれば、第1～第3のID電極を用いた縦結合型SAW共振子フィルタにおいて、上記中心間距離 L_1 と、中心間距離 L_2 とを異ならせることにより、中心間距離 L_1 , L_2 で共振周波数が決定される2つの共振モードを利用した、選択度に優れた2重モード縦結合型SAW共振子フィルタを提供することができる。

50 【0098】すなわち、従来の縦結合型SAW共振子

ィルタでは、通過帯域よりも高周波数側の阻止域において、ID型電極の応答が存在するため、この付近における減衰量が十分でなかった。これに対して、上記新しい2重モード縦結合型SAW共振子フィルタでは、中心間距離 L_1 、 L_2 を異ならせることにより、これらの中心間距離により決定される2つの共振モードが励振されるため、通過帯域よりも高域側の阻止域における減衰量を効果的に改善することができる。

【0099】さらに、上述した式(1)～(3)を満たすように、中心間距離 L_1 、 L_2 が設定されているので、目的とする帯域幅を確実に確保することができ、かつ選択度も高められる。

【0100】また、本発明では、上記のように電極指間の中心間距離 L_1 、 L_2 を異ならせるだけでよいため、プロセス的に高度な技術を必要としない。よって、従来のSAW共振子フィルタと同様の生産性を維持することができる。加えて、周知技術である電極間引き重み付け法を併用すれば、より一層良好な選択度特性を得ることができる。

【0101】さらに、ID電極が3つの縦結合型弹性表面波共振子フィルタだけでなく、図12に示したようにID電極が4つ以上形成されている場合でも、請求項2に記載のように前記中心間距離を設定することにより請求項1に記載の発明と同様の効果を得ることができる。

【0102】なお、同一圧電基板もしくは圧電性基板上において、複数のSAW共振子フィルタを縦続接続したり、他のSAW共振子フィルタやトラップなどの他のSAW素子を接続した場合には、種々の用途に応じた縦結合型SAW共振子フィルタ装置を一体型の素子として提供することができ、しかも、その場合においても、本発明の縦結合型SAW共振子フィルタは、そのような接続構成の差異によっても影響されず、十分な選択特性を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るSAW共振子フィルタを説明するための平面図。

【図2】図1に示した構造を有する従来のSAW共振子フィルタ、すなわち中心間距離 $L_1 = L_2$ の場合の反射器の電極指の本数が0の場合の周波数特性を示す図。

【図3】図1に示した構造のSAW共振子フィルタにおいて $L = L_1 = L_2$ とした場合の中心間距離 L と、相対的な共振周波数の関係を示す図。

【図4】図1に示した電極構造を有する実施形態のSAW共振子フィルタ装置の動作原理を説明するための図。

【図5】図11(a)に示した実施形態に係るSAW共振子フィルタ装置の挿入損失-周波数特性を示す図。

【図6】図11(a)に示したSAW共振子フィルタ装置において間引き重み付け法を採用した場合の挿入損失-周波数特性を示す図。

【図7】従来のSAW共振子フィルタの挿入損失-周波数特性の一例を示す図。

10 【図8】(a)及び(b)は、電極指を付加した場合に、中心間距離が見かけ上変化することを説明するためのID電極が構成されている部分の略図的平面図。

【図9】(a)、(b)は、電極指を削除した場合に、中心間距離が見かけ上変化することを説明するためのID電極が形成されている部分の略図的平面部。

【図10】近接するID電極間において近接し合っている電極指間を電極材料で連ねた場合の電極指間距離を説明するための略図的平面図。

20 【図11】(a)及び(b)は、本発明の第2、第3の実施形態に係るSAW共振子フィルタ装置を示す平面図。

【図12】本発明の第4の実施形態に係るSAW共振子フィルタ装置を示す平面図。

【符号の説明】

10…縦結合型SAW共振子フィルタ

11…圧電基板

12a, 12b…第2のID電極を構成するくし型電極

13a, 13b…第3のID電極を構成するくし型電極

14a, 14b…第1のID電極を構成するくし型電極

15a, 15b…反射器

31…SAW共振子フィルタ装置

32, 33…縦結合型SAW共振子フィルタ

34…圧電基板

42a, 42b…第2のID電極を構成するくし型電極

43a, 43b…第3のID電極を構成するくし型電極

44a, 44b…第1のID電極を構成するくし型電極

45a, 45b…反射器

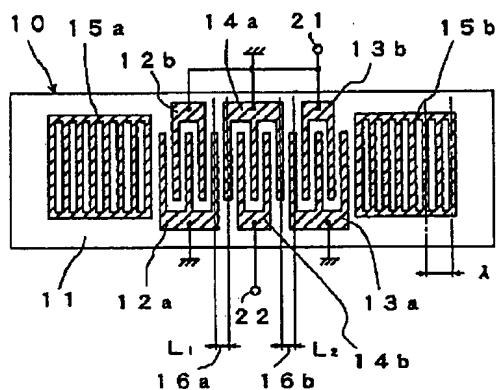
51…SAW共振子フィルタ

52…圧電基板

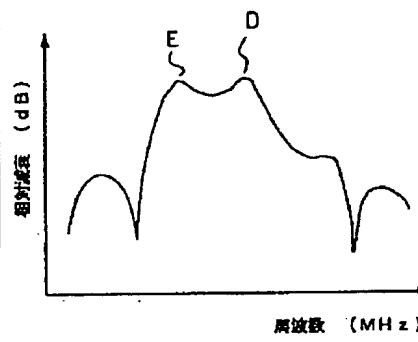
40 53～58…ID電極

59, 60…反射器

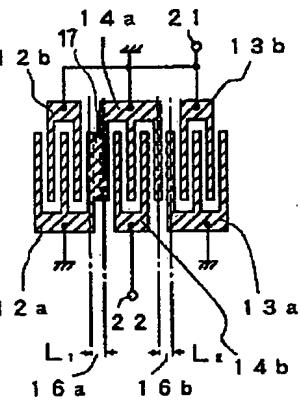
【図1】



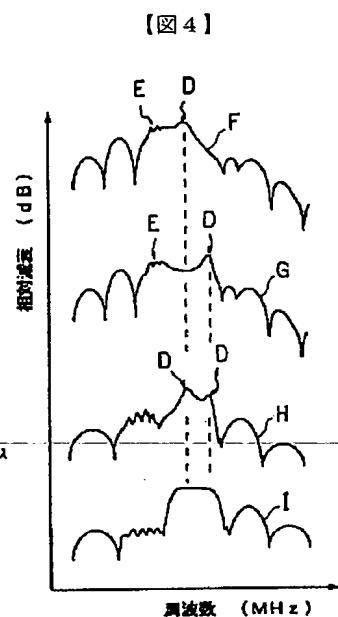
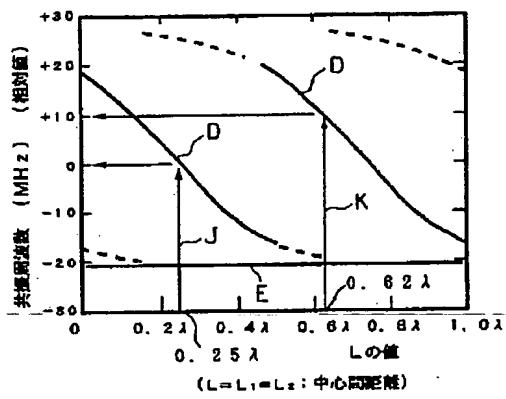
【図2】



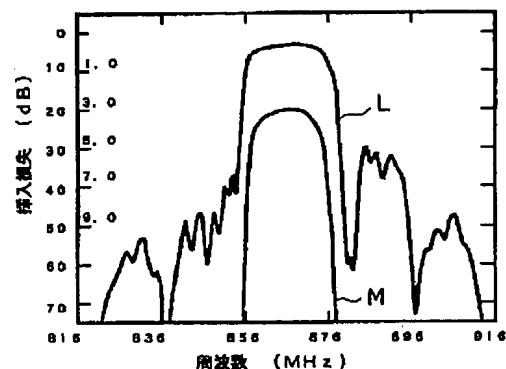
【図10】



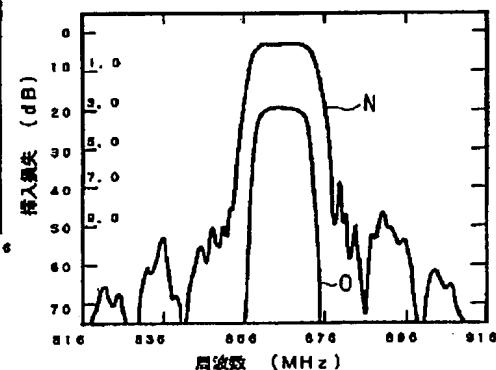
【図3】



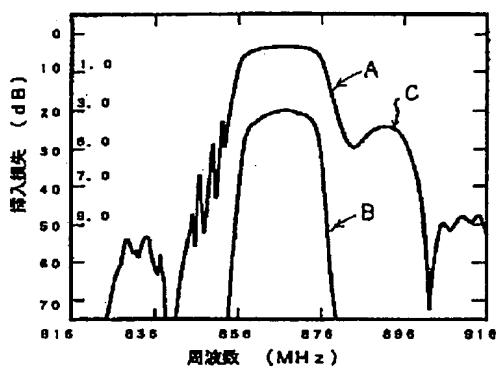
【図5】



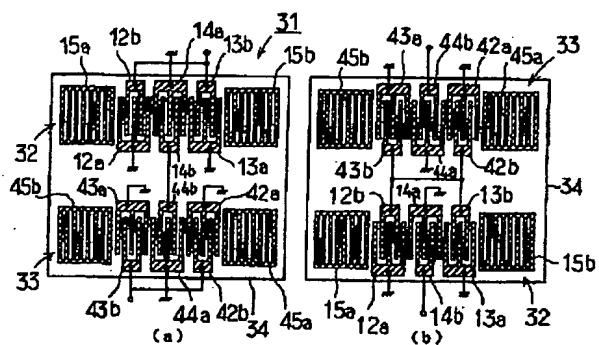
【図6】



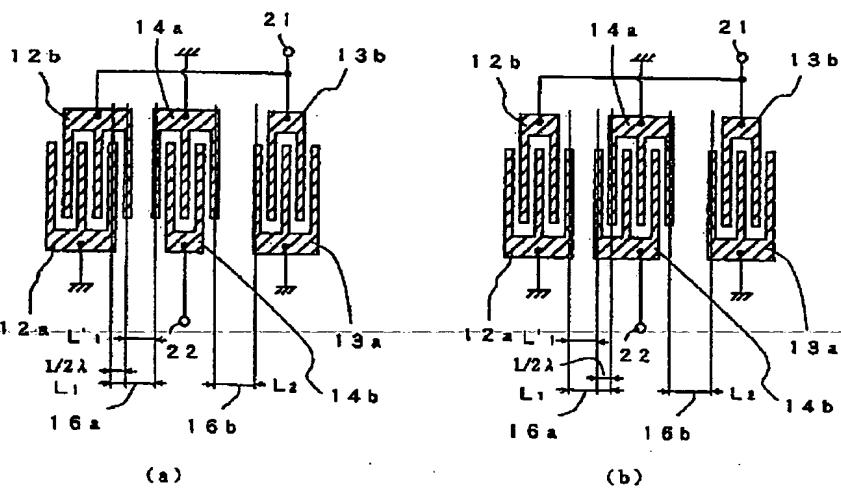
【図7】



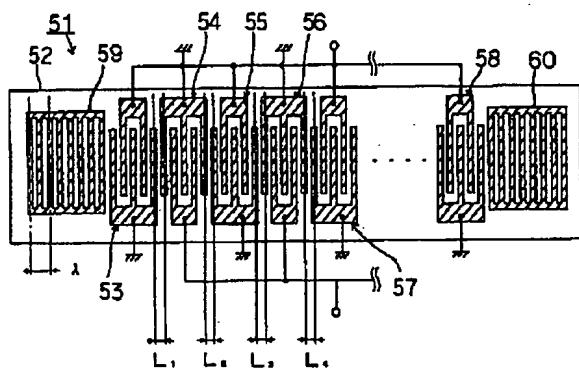
【図11】



【図8】



【図12】



【図9】

